

Our Ref: 2000FJ648

Translation of

**Japanese Patent Application (Laid Open Patent Application),  
Publication No. 07-210518**

Date of Publication: 11 Aug. 1995

Date of Application: 27 Jan. 1994

Application No: 06-7410

Applicants: Hitachi Ltd and Hitachi Eng. Co. Ltd.

Inventors: T Tajima, et al.

**Title: Method for Time Synchronization with Distributed Processing Systems**

**[Abstract]**

**PURPOSE:** To synchronize the time clocks for processors in a distributed processing system incorporating the factor of time-delay due to data transmission in accordance with a standardized schedule even in a situation in which some of the processors within the system are out of operation.

**CONSTITUTION:** With a distributed processor system comprising a common communication line and a plurality of processors connected to the common communication line via respective transmission control units, wherein in particular, the time synchronization among the processors is achieved incorporating the time delay for data transmission along the common communication line, by providing with the distributed processor system the function of emitting a time signal to the common communication line at a fixed time interval and with each of the processors the function of adjusting the time information within the respective processor in reference to the time signal received from the common communication line and the information on time required for the time signal to travel to the respective processor.

**EFFECT:** According to the present invention, it is possible to achieve a stable time synchronization being independent from the variation in the communication line distance among processors. It is also possible to achieve a time synchronization irrespective to in-operation / out-of-operation statuses of some processors within the distributed processor system.

**[Scope of Claims]**

< All sections from here down are not translated >

(11)特許出願公開番号

特開平 7-210518

(43)公開日 平成7年(1995)8月11日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

**識別記号**

片内整理番号

FI

### 技術表示箇所

G O B F 15/16

**3 3 0 D**

1/14

G O 6 F      1/04      3 5 1    A

審査請求 未請求 請求項の数 2

OL

(全5頁)

(21)出願番号 特願平6-7410

(22) 出願日 平成6年(1994)1月27日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 390023928

日立エンジニアリング株式会社

茨城県日立市幸町3丁目2番1号

(72)発明者 田島 智成

茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内

(72)發明者 堀 眞司

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株式  
会社日立製作所大みか工場内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 分散型処理システムの時刻同期方式

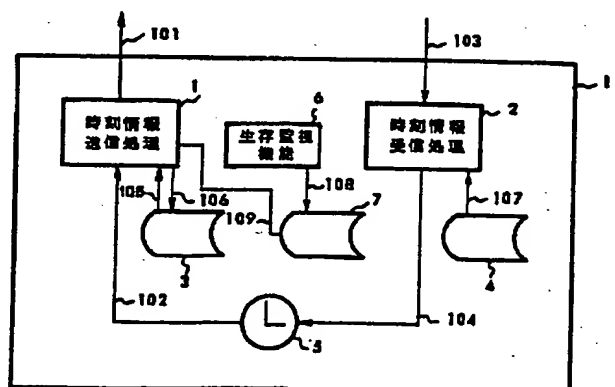
(57) 【要約】

【目的】分散型処理システムの各処理装置間の時刻の同期を伝送遅延時間を考慮して行い、システム内の処理装置の内、いずれかが、停止しても時刻の同期を定常的に行うようにすること。

【構成】伝送路とその共通の伝送路に伝送制御装置によって接続された複数の処理装置から成る分散型処理システムにおいて、一定周期で伝送路上に時刻情報を送出する機能と前記伝送路上より入手する時刻情報と時刻情報送信処理装置までの伝送時間より処理装置内の時刻管理情報を校正する機能を各処理装置に設けることにより伝送の遅延時間の補正を考慮した時刻の同期をする分散型処理システムの時刻同期方式。

【効果】本発明によれば、伝送路の長短に関わらず、安定した同期を行える。及び特定の処理装置の稼働/停止に関わらず、時刻の同期が行える。

**■**



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】伝送路とその共通の伝送路に伝送制御装置によって接続された複数の処理装置から成る分散型処理システムにおいて、一定周期で伝送路上に時刻情報を送出する機能と前記伝送路上より入手する時刻情報と時刻情報送信処理装置までの伝送時間より処理装置内の時刻管理情報を校正する機能を各処理装置に設けることにより伝送の遅延時間の補正を考慮した時刻の同期を特徴とする分散型処理システムの時刻同期方式。

【請求項2】請求項1において、処理装置内に他の処理装置の稼働中／停止中を検出する機能を有する分散型処理システムにおいて、処理装置にレベルを設定し、自己のレベルを判定する手段を設けることにより特定の時刻管理用の処理装置を持つことなく時刻の同期を可能とすることを特徴とする分散型処理システムの時刻同期方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ネットワークに関わり、特に分散型処理システムの応用システムに好適な時刻同期方式に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の技術は、特開昭63-14214号公報に記載のように特定の処理装置より時刻情報を一定周期で送信し、伝送路上の他の処理装置が時刻情報を受信時し、時刻の同期を行っていた。しかし、伝送遅延時間が考慮されておらず、時刻の同期時刻に誤差を生じるという問題があり、また、特別な時刻の管理手段を設けていたため、その手段が処理装置の停止等で消滅すると時刻の同期がなされない問題があった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】時刻が処理装置間で同期されていない場合、伝送路上の2つの処理装置間で伝送時間を計測する場合、2つの処理装置間でのデータ送信時刻とデータ受信時刻の差より伝送時間を求めるが、同期時刻が違う場合、データ受信時刻がデータ送信時刻より過去となり、負の伝送時間が得られるというような可能性を含んでいる。

【0004】上記従来技術では、上述の問題に対して、以下の問題があった。

【0005】1. 処理装置間の伝送時間が考慮されていないため、伝送路が長くなると、伝送遅延時間のため、同期時刻が処理装置間で一致しなくなる。

【0006】2. 専用の時刻同期用の処理装置が存在するため、その処理装置が停止すると時刻の同期が行われない。

【0007】3. 時刻の同期を周期で行っているため、伝送路上に一度停止し、復電した処理装置がある場合、その処理装置に対する時刻の同期は、次の周期を待たねばならない。

【0008】本発明は、上記課題を解決し、分散処理システムにおける信頼性の高い時刻同期方式を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、以下の手段をもって実現する。

【0010】1. 伝送路上の処理装置間で伝送時間を処理装置自身が計測することは、複数の処理装置の時刻が同期されている事が前提となるため、不可能である。そのため、事前に各処理装置間の伝送時間を計測し、処理装置内に記録しておく。この計測された伝送時間を時刻同期用の情報の送信時刻に加えることにより現在時刻とし、内部時計を校正する。

【0011】2. 時刻の同期は、専用の処理装置を設けず全ての処理装置が時刻の管理を行う。しかし、全ての処理装置が時刻の管理処理装置となる訳にはいかないため、時刻の管理処理装置となるべき順位を処理装置に与える。時刻の管理処理装置となるべき順位は、ネットワーク内で精度の高い時計を備えているもの、負荷の軽いものを優先し、順位づける。ネットワーク内で稼働中の処理装置の内、この順位が最も高いものが、時刻を管理する処理装置となる。

## 【0012】

## 【作用】

1. 伝送路上の処理装置が全て正常に稼働している場合、伝送路上の処理装置の中で、精度の高い内部時計を備えている処理装置の内、比較的負荷の軽いものをネットワーク全体の時刻を管理する処理装置と定める。時刻を管理する処理装置は、一定周期で時刻同期用の時刻情報を伝送路上に同報する。その他の処理装置は、この情報を伝送路上より各々の処理装置内へ取り込み、時刻を管理する処理装置までの伝送時間を加えて現在時刻とし、内部時計の校正を行うことで、時刻の同期が行われる。

【0013】2. ネットワーク全体の時刻を管理する処理装置が定められている時、時刻を管理する処理装置以外の処理装置が停止し、再び稼働を開始した場合、ネットワーク全体の時刻を管理する処理装置は、稼働を開始した処理装置に対して時刻同期用の時刻情報を送信し、時刻の同期が行われる。

【0014】3. ネットワーク全体の時刻を管理する処理装置が定められている時、ネットワーク全体の時刻を管理する処理装置が停止した場合、ネットワーク内で稼働している処理装置の内、優先順位が最も高い処理装置がネットワーク全体の時刻の管理を行う。

## 【0015】

【実施例】以下、本発明の一実施例を具体的に説明する。

【0016】まず、本発明の適用対象である分散処理システムの構成について図2、図3を用いて説明する。

【0017】図2は、本発明が適用されるシステムの全体構成を示す図である。同図において11から14は、その内部のメモリにアプリケーションプログラムを格納し、これを実行する処理装置であり、31は、矢印方向への一方向性ループ伝送路である。21から24は、処理装置11から14と伝送路31との間のデータ交換制御を行う伝送制御装置である。処理装置11から14の処理結果は、メッセージとして伝送制御装置21から24を経て伝送路31に送信される。各伝送制御装置は、伝送路31上のメッセージが事故の伝送制御装置に接続されている処理装置に必要なものかどうかをメッセージに付加されている機能コードと呼ぶデータの内容を示すコードをみて判定し、必要と判定したメッセージのみを自己に接続されている処理装置に送る。各処理装置11から14は、この受信したメッセージを用いて、所定のプログラムの処理を実行し、その実行結果と機能コードを付加したメッセージとして出力する。

【0018】図3に伝送路を流れるメッセージのフォーマット例を示す。図において、FC201は、機能コードであり、データおよび機能に対応するコードである。SA202は、メッセージを発生した伝送制御装置アドレス、CC203は、通番でそれぞれ伝送制御上必要なものである。発信元処理装置番号は、メッセージを送信した各処理装置の処理装置番号、DATA204は、各アプリケーションプログラムの処理結果の内容を示すものである。また、FCS205は、誤り検知用データ、F200、206は、それぞれメッセージの始めと終わりとを示すフラグである。各伝送制御装置は、処理装置から送られてきたFCと発信元処理装置番号とDATAフォーマットを元に図3に示すメッセージフォーマットでメッセージを作成し送信する。また、自己に接続されている処理装置に必要な伝送路上のメッセージを取り込みFCと発信元処理装置番号とDATAで構成するメッセージを各処理装置に送る。

【0019】図1は、本発明の一構成例を示す図であり、図1の処理装置11の内部構成の中で、時刻の同期に必要な部分を図示したものである。

【0020】処理装置12、13、14も同様の構成を内部に有する。時刻情報送信処理1は、自処理装置がネットワーク全体の時刻を管理する処理装置（以下、マスター処理装置と称す）である場合、時刻同期用の情報を伝送路上に送信する処理である。時刻情報受信処理2は、時刻同期用の情報を受信し、受信した情報内の時刻に伝送遅延時間を加えた時刻を現在時刻とし、内部時計を校正する処理である。3は、伝送路上の各処理装置のマスター処理装置となるべき順位とその稼働中/停止を記録するファイル（以下、時刻管理順位ファイルと称す）であり、時刻情報送信処理1は、このファイルの情報より自処理装置がマスター処理装置かどうかを判断する。4は、伝送路上の他の処理装置までの伝送時間を記

録したファイル（以下、伝送時間ファイルと称す）であり、時刻情報受信処理2は、時刻の同期の際、このファイルより伝送遅延時間を求める。5は、内部時計、6は、生存監視機能。7は、伝送路上の処理装置の稼働中/停止を記録するファイルである。

【0021】生存監視機能6は、数秒程度の短い周期で、自処理装置の情報を伝送路上に同報する。また、他の処理装置より同様の情報を受信することにより、伝送路上の他の処理装置が稼働中であることを知るための機能である。この情報が数周期連続して受信できない場合、該当の処理装置は、停止中と判断する。処理装置の稼働中/停止は、7のファイルへ記録する。

【0022】101は、時刻情報送信処理1より時刻同期用の時刻情報の送信の矢印、102は、時刻情報送信処理2の周期起動及び、時刻情報取り込の矢印、103は、時刻同期用の時刻情報を時刻情報受信処理3が受信の矢印、104は、時刻情報受信処理による内部時計6の校正の矢印、105は、マスター順位を取り込む矢印、106は、各処理装置の稼働中/停止のフラグの更新の矢印、107は、時刻情報受信処理3による伝送時間取り込の矢印、108は、生存監視機能6による伝送路上の処理装置の稼働中/停止を記録するファイル7の更新の矢印、109は、時刻情報送信処理による伝送路上の処理装置の稼働中/停止を監視する矢印を示す。

【0023】本実施例の動作の説明に先立ち、本実施例で使用する時刻管理順位ファイル3と伝送時間ファイル4の構成、及び、時刻同期用の時刻情報のフォーマットを図4より図6を用いて説明する。

【0024】図4は、図1の時刻管理順位ファイル4の構成を示す。このファイルは、マスター処理装置となる優先順位に処理装置の番号が並べられており、それぞれの処理装置に対応した処理装置の稼働中/停止のフラグ、マスター処理装置フラグで構成される。マスター処理装置となる優先順位は、内部時計6の仕様による精度の高いもの、ネットワーク内で比較的負荷の軽いものを高位にして、順位を決定する。このファイル内のマスター処理装置となる優先順位の順位は、ネットワーク内の処理装置全てに共通とする。処理装置の稼働中/停止のフラグは、生存監視機能6により検出されたものを、時刻情報送信処理1がチェックし、更新するものである。マスター処理装置フラグは、現在のマスター処理装置を示すフラグである。但し、内部時計6の精度が極端に悪い処理装置は、マスター処理装置とならないよう最初から除外のマークをつける。

【0025】図5は、図1の5の伝送時間ファイルの構成を示す。このファイルは、自処理装置と他の処理装置間の伝送時間を処理装置の番号順に並べ、構成される。自処理装置と他の処理装置間の伝送時間は、予め数回計測した平均値に時刻情報受信処理2の時刻情報の受信から、内部時計6の校正までの処理時間を加えたものとす

る。本ファイルは、参照のみとし、書き換えは行わない。

【0026】図6は、時刻同期用の時刻情報のフォーマット例を示す。204は、図3に示すメッセージのフォーマット例内のDATA部を示す。このフォーマットを先に示した図3と組み合わせ時刻同期用の時刻情報（以下、時刻同期情報と称す）とする。41は、時刻同期情報を送信する処理装置番号、42は、時刻同期情報を受信する処理装置番号、43は、時刻同期情報の送信時刻を示す。

【0027】次に本実施例における時刻の同期の経過を図2、図7を用いて示す。

【0028】まず、図2では、通常時における時刻の同期を示す。この例では、マスター処理装置となるべき優先順位より処理装置11が、マスター処理装置になっている。処理装置11の時刻情報送信処理1は、内部時計5より定周期に起動され、時刻同期情報を送信する処理装置番号41に自処理装置の処理装置番号、時刻同期情報を受信する処理装置番号42に0、時刻同期情報の送信時刻43に現在時刻を内部時計5より編集し、時刻同期情報とし、伝送路に同報する。処理装置12、13、14の時刻情報受信処理2では、処理装置11が同報した時刻同期情報を伝送路上より受信する。受信した時刻同期情報内の時刻同期情報を送信する処理装置番号41を元に伝送時間ファイル4より伝送遅延時間を求め、時刻同期情報の送信時刻43に伝送遅延時間を加え、現在時刻とし、内部時計5を校正する。

【0029】次に図7を用いて、処理装置の停止時、及び、伝送路上の処理装置の稼働開始時の時刻の同期を示す。同図では、各処理装置のマスター処理装置となる順位を処理装置11から14の枠内にあるように定める。また、処理装置12は、マスター処理装置とは、なりえないものとする。

【0030】図2と同様に処理装置11がマスター処理装置となっている場合に同処理装置が停止したとき、処理装置12、13、14の生存監視機能6によって検出される。時刻情報送信処理1は、処理装置11の停止により稼働中の処理装置中で最もマスター処理装置となる順位の高い、処理装置13を次のマスター処理装置と定める。マスター処理装置となった処理装置13の時刻情報1は、内部時計5より定周期に起動された場合、上述した処理装置11がマスター処理装置の場合と同様に時刻同期情報を編集し、伝送路上に同報する。処理装置12、14の時刻情報受信処理2も同様に内部時計5の校正を行う。この場合、時刻同期情報内の時刻同期情報を送信する処理装置番号41は、処理装置13の処理装置番号となり、処理装置12、14で求める。伝送遅延時間も処理装置13とのものとなる。この後、処理装置11が動作を開始した場合、処理装置11の時刻情報送信処理1は、まず、自処理装置以外の処理装置にマスター

処理装置がいるかを検索する。自処理装置以外の処理装置の稼働中／停止状態より処理装置13がマスター処理装置と判断する。処理装置13は、処理装置11の稼働開始を生監視機能5で検出したため、時刻同期情報を受信する処理装置番号42に処理装置11の処理装置番号を編集した時刻同期情報を送信し、処理装置11の時刻の同期が行われる。

【0031】図7で全ての処理装置が停止中で処理装置12、13、14、11の順に稼働を開始する場合、処理装置12が稼働を開始した時点では、処理装置12は、マスター処理装置となり得ないので、何も起こらない。処理装置13が稼働を開始した場合、マスター処理装置がネットワーク内にいないため、マスター処理装置となり、処理装置12に対して、時刻の同期を行う。その後、処理装置14、11が動作を開始した場合、処理装置13がマスターとなっているため、処理装置13より時刻の同期が行われる。

【0032】

【発明の効果】本発明の効果は、以下の通りである。

【0033】1. 伝送路の長短に関わらず、安定した同期を行える。

【0034】2. 特定の処理装置の稼働／停止に関わらず、時刻の同期が行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例における構成要素の説明図である。

【図2】本発明を適応するネットワークの構成図である。

【図3】伝送路上を流れるデータのフォーマットである。

【図4】各処理装置のマスター処理装置となるべき順位と生死を記録するファイルの概略構成図である。

【図5】各処理装置までの伝送時間を格納するファイルの概略構成図である。

【図6】本発明の実施例における伝送データのフォーマットである。

【図7】本発明の実施例に従い、処理装置の順位を表す図である。

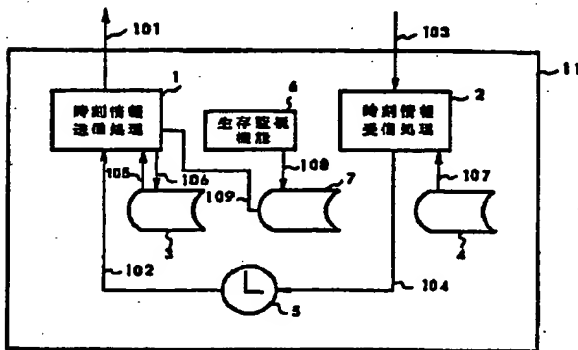
【符号の説明】

1…時刻情報送信処理、2…時刻情報受信処理、3…各処理装置の管理処理装置となるべき順位とその稼働中／停止を記録するファイル、4…他の処理装置までの伝送時間を記録したファイル、5…内部時計、6…生存監視機能、7…他の処理装置の稼働中／停止を格納するファイル、11～14…処理装置、21～24…伝送制御装置、31…伝送路、41…時刻情報の送信処理装置番号、42…時刻情報の受信処理装置番号、43…時刻同期情報の送信時刻、101…時刻同期時の時刻情報の送信の矢印、102…時刻情報送信処理2の周期起動及び、時刻情報取り込みの矢印、103…時刻同期時の時

時刻情報の受信の矢印、104…内部時計6の校正の矢印、105…マスター順位の取り込みの矢印、106…他の処理装置の動作/停止による時刻管理順位ファイル4の更新の矢印、107…他の処理装置までの伝送時間の格納したファイル4より伝送時間の取り込みの矢印、

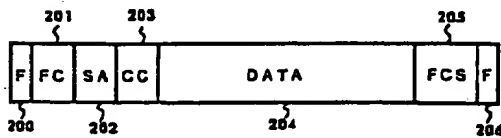
【図1】

図 1



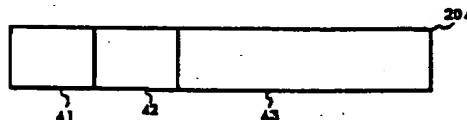
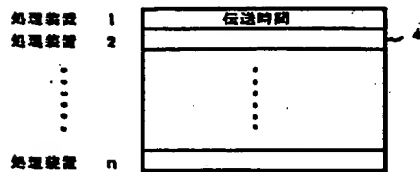
【図3】

図 3



【図5】

図 5

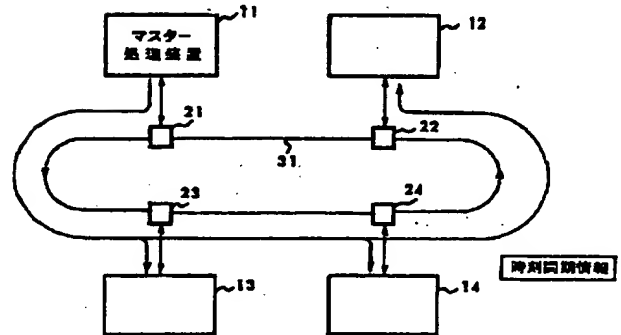


【図6】

図 6

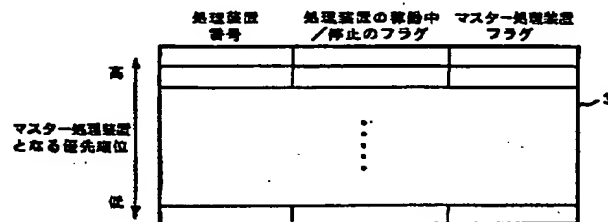
【図2】

図 2



【図4】

図 4



【図7】

図 7

